

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075095

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl. G21F 9/28
B24C 5/02
B24C 9/00

(21)Application number : 10-243483

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
TOSHIBA PLANT KENSETSU CO
LTD

(22)Date of filing : 28.08.1998

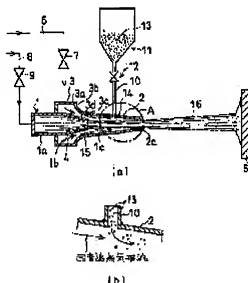
(72)Inventor : SAKAI HITOSHI
TODA MASAMI
SAKURAI JIRO
NARABAYASHI SUNAO
MATSUMOTO TOMOHIRO

(54) DECONTAMINATION DEVICE OF RADIOACTIVITY CONTAMINATED MATTER AND RECOVERY METHOD FOR ABRASIVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decontaminate components and structures with high speed solid- liquid discharge flow of steam injector and abrasive and reduce secondary waste generation and suppress recontamination by applying hardly crashed ceramics particles.

SOLUTION: To a steam water mixing nozzle 2 of a steam injector consisting of a water nozzle 1 and a steam nozzle 3, abrasive 13 is supplied to grind oxide film and metal parent material of object to be processed 5. Compressed air and abrasive are sent with pressure to building-embedded pipes of nuclear facilities to grind oxide film and metal parent material inside the pipes. The building concrete of the nuclear facility is ground by a portable grinding device for supplying compressed air and abrasive.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.08.2007

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード* (参考)
G 2 1 F 9/28	5 3 1	G 2 1 F 9/28	5 3 1 A
			B
	5 2 2		5 2 2 A
B 2 4 C 5/02		B 2 4 C 5/02	B
9/00		9/00	D
		審査請求 未請求 請求項の数10	〇 L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-243483

(22) 出願日 平成10年8月28日 (1998.8.28)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 390014568

東芝プラント建設株式会社

東京都大田区蒲田五丁目37番1号

(72) 発明者 酒井 仁志

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100087332

弁理士 發股 祥晃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射能汚染物の除染装置および研摩材の回収方法

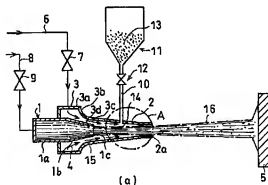
(57) 【要約】

【課題】 スチームインジェクタと研摩材からなる高速固液噴流により機器および構造材を除染でき、破砕され難いセラミックス粒子の適用による二次廃棄物発生量の低減と再汚染を抑制する。

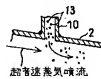
【解決手段】 ①水ノズル1と蒸気ノズル3とからなるスチームインジェクタの蒸気水混合ノズル2に研摩材13を供給し、被処理物5の酸化皮膜および金属母材を研削する。

②原子力施設の建屋埋設配管に圧縮空気と研摩材を圧送して配管内面の酸化皮膜および金属母材を研削する。

③圧縮空気と研摩材を供給する可搬式研削装置により原子力施設の建屋コンクリートを研削する。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一端が封止された円筒部およびこの円筒部の他端開口に漸次縮径されたテーパ部ならびにこのテーパ部の先端に噴出口を有する水ノズルと、この水ノズルの前記円筒部の外周側から前記テーパ部を覆いかつ前記テーパ部の延長線上に延在し前記水ノズルに対して同心円状に外嵌される蒸気ノズルと、この蒸気ノズルの前記テーパ部端に設けられた混合ノズルと、この混合ノズルの側面に接続された研摩材供給管と、この研摩材供給管に供給弁を介して接続された研摩材供給器とを具備したことを特徴とする放射能汚染物の除染装置。

【請求項2】 原子力施設の建屋に埋設した埋設配管の一方に圧縮空気と研摩材を供給する供給側接続器を接続し、前記埋設配管の他方に前記埋設配管内を除染した研摩材、研削粉および圧縮空気を排出する排出側接続器を接続し、この排出側接続器に前記除染に使用された研摩材を回収して再使用し得る研摩材と研削粉に分離するサイクロンセパレータを接続し、このサイクロンセパレータの前記研削粉排出側にフィルタを接続してなることを特徴とする放射能汚染物の除染装置。

【請求項3】 除染装置本体と、この除染装置本体に研摩材を供給する供給ホースおよび除染後の研摩材を回収する回収ホースを介して接続した研摩材供給回収装置と、この研摩材供給回収装置に圧縮空気供給ホースを介して接続した圧縮空気供給器とからなり、前記除染装置本体にはブラストガン、研摩材回収管、飛散防止用ブラシおよび放射線検出器と計測ユニットが一体的に組込まれ、前記研摩材供給回収装置は研摩材供給器、サイクロンセパレータおよび集塵機が一体的に組込まれたものからなることを特徴とする放射能汚染物の除染装置。

【請求項4】 前記除染装置本体には前記放射線検出器を前記本体から建屋コンクリート床面に向けて走行させるレールが設けられ、このレールに沿って前記放射線検出器を走査して前記建屋コンクリート床面の放射線を測定し得るように構成されたことを特徴とする請求項3記載の放射能汚染物の除染装置。

【請求項5】 前記研摩材は、酸化ジルコニウムを主成分として酸化セリウムが添加された部分安定化ジルコニア質焼結体粒子であり、その粒子形状は球状、円柱状、四角形状または破砕状であることを特徴とする請求項1ないし3記載の放射能汚染物の除染装置。

【請求項6】 スプリング力によって押し付け合いながら互いに逆回転するように平行に並列配置した2本のローラを設け、この2本のローラの合せ面間に除染に使用された研摩材を供給し、前記ローラの押し付け力で前記研摩材を圧縮し研摩することによって前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収することを特徴とする研摩材の回収方法。

【請求項7】 対面した固定円盤と中央部に開口部を有する回転円盤の間に除染に使用された研摩材を供給し、

前記円盤同士の押し付け力と回転力で前記研摩材を圧縮し研摩することによって前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収することを特徴とする研摩材の回収方法。

【請求項8】 乳鉢内に除染に使用された研摩材を供給し、乳棒を機械的に回転させて前記研摩材を圧縮し研摩することによって前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収することを特徴とする研摩材の回収方法。

【請求項9】 密閉容器に除染に使用された研摩材を供給し、密閉容器を振動させて前記研摩材同士、または研摩材と密閉容器内壁との摩擦および衝突によって前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収することを特徴とする研摩材の回収方法。

【請求項10】 除染に使用された研摩材をサイクロンセパレータに送り込んで前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収し、その回収された研摩材を除染に再使用し、前記研削粉を前記サイクロンセパレータの研削粉排出側に接続したフィルタで回収することを特徴とする研摩材の回収方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力施設の運転時、または原子炉廃止措置時に金属およびコンクリートで構成される放射能で汚染された機器、構造物（建屋、配管、タンク、蒸気タービン等）から放射能あるいは主要な汚染源である酸化皮膜を除去するための放射能汚染物の除染装置、および除染に使用された研摩材粒子に付着する研削粉を分離し、研摩材を回収して再使用するための研摩材の回収方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、放射能で汚染された機器、構造物等の除染装置として(1)例えば特開平10-85634号公報に「蒸気噴流と水噴流からなる二相噴流を生成して、この二相噴流を機械加工の仕上げ加工工程や、表面洗浄工程における金属表面の付着物や、機械加工に伴うバリ取りなどに適用する噴流加工装置。」の技術が開示されている。

【0003】(2) 建屋床の埋設配管に磁石付きのプラスチックボールを水圧で圧送して配管内面を研削し、内面の錆等を除去する装置が既に実用化されている。

(3) 手持ち式の小型振動ノミのようなチップングハンマ、コンクリートカッター、ジャイアントブレード（重機の腕に巨大な振動カサビを付けたような物）等の衝撃と反動が大きい機械的破碎装置、あるいは電磁誘導マイクロ波を利用して熱によりコンクリートを破砕する大規模な加熱装置等を使用して建屋コンクリートを部分的に除染する装置が日本原子力研究所（JAERI -Tech）より開示されている。

【0004】(4) 研摩材（投射材）のセラミックス粒子

に付着した研削粉(被処理材)を焼成により研削粉を除去し、研摩材を回収する投射材の表面付着物の除去方法が例えば特開平9-225835号公報に開示されている。

【0005】(5) 原子力施設の運転時および原子炉廃止措置時に発生する金属廃棄物のプラスチック除染に酸化ジルコニウムを主成分として酸化イットリウムが添加された部分安定化ジルコニア質焼結粒子を噴射させる除染方法および除染装置が例えば特開平9-218986号公報に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術(1)においては、蒸気噴流と水噴流からなる二相噴流では、被処理物の金属表面にルーズに付着した汚染に対しては除染効果がある。しかしながら、水圧による噴流だけでは金属母材までを研削することは難しい。そのため、金属母材および金属母材が腐食して生成する酸化皮膜中の汚染(ハードな汚染)物は、研削して除去できない課題がある。

【0007】従来の技術(2)においては、砥石付きのプラスチックボールは比較的大きいため、原子力施設の建屋躯体に埋設されている80A程度の小口径の配管には適用が難しい課題がある。

【0008】従来の技術(3)においては、チップングハンマ、コンクリートカッター、ジャイアントブレイカ等は装置の振動および騒音が大きく、また電磁誘導マイクロ波は電磁的なノイズが発生する等、周辺機器および人体に対する防護対策が必要である。また、コンクリート除染後に行う確認測定には、別途サーベイメータ等の手持ち式測定器を使用しているが、全て人手により行うため、作業工数が膨大になる等の課題がある。

【0009】従来の技術(4)においては、セラミックス粒子を焼成する方法は、付着物の除去には効果はある。しかしながら、粒子を冷却しなければ再使用することはできない。セラミックス粒子を研摩材として連続的に繰り返し再使用するためには、簡便な装置が必要となる課題がある。

【0010】従来の技術(5)においては、前記(4)項に関連しており、研摩材に固着した研削粉はサイクロンセパレータでは分離できない。研削粉には放射性物質が含まれるため、研摩材を再使用すると被対象物が再汚染する可能性がある。また、研摩材の周りに研削粉が付着すると、研削能力が低下する等の課題がある。

【0011】本発明は上記各課題を解決するためになされたもので、スチームインジクタと研摩材からなる高速固体噴流により機器および構造物に取り込まれた放射能を確実に除染できる放射能汚染物の除染装置を提供することにある。また、本発明は破砕され難いセラミックスの適用により二次廃棄物発生量の低減と再汚染を抑制できる放射能汚染物の除染方法を提供することにある。

【0012】さらに、本発明は放射能汚染物の除染装置

で使用した研摩材を再使用するため、研摩材粒子に付着した研削粉を分離して再使用できるようにした研摩材の分離方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、一端が対止された円筒部およびこの円筒部の他端開口に漸次縮径されたテーパ部ならびにこのテーパ部の先端に噴出孔を有する水ノズルとこの水ノズルの前記円筒部の外周周から前記テーパ部を覆いかつ前記テーパ部の延長線上に延在し前記水ノズルに対して同心円状に外嵌される蒸気ノズルと、この蒸気ノズルの前記テーパ部端に設けられた混合ノズルと、この混合ノズルの側面に接続された研摩材供給管と、この研摩材供給管に接合を介して接続された研摩材供給器とを具備したことを特徴とする。

【0014】請求項2に係る発明は、原子力施設の建屋に埋設した埋設配管の一方に圧縮空気と研摩材を供給する供給側接続器を接続し、前記埋設配管の他方に前記埋設配管内を除染した研摩材、研削粉および圧縮空気を排出する排出側接続器を接続し、この排出側接続器に前記除染に使用された研摩材を回収して再使用し得る研摩材と研削粉に分離するサイクロンセパレータを接続し、このサイクロンセパレータの前記研削粉排出側にフィルタを接続してなることを特徴とする。

【0015】請求項3に係る発明は、除染装置本体と、この除染装置本体に研摩材を供給する供給ホースおよび除染後の研摩材を回収する回収ホースを介して接続した研摩材供給回収装置と、この研摩材供給回収装置に圧縮空気供給ホースを介して接続した圧縮空気供給器とからなり、前記除染装置本体にはプラストゴン、研摩材回収管、飛散防止用ブラシおよび放射線検出器と計測ユニットが一体的に組込まれ、前記研摩材供給回収装置は研摩材供給器、サイクロンセパレータおよび集塵機が一体的に組込まれたものからなることを特徴とする。

【0016】請求項4に係る発明は、前記除染装置本体には前記放射線検出器を前記本体から建屋コンクリート床面に向けて走行させるレールが設けられ、このレールに沿って前記放射線検出器を走査して前記建屋コンクリート床面の放射線を測定し得るように構成されたことを特徴とする。

【0017】請求項5に係る発明は、前記研摩材は、酸化ジルコニウムを主成分として酸化イットリウムが添加された部分安定化ジルコニア質焼結粒子であり、その粒子形状は球状、円柱状、四角形状または破砕状であることを特徴とする。

【0018】請求項6に係る発明は、スプリング力によって押し付け合なら互いに逆回転するように平行に並列配置した2本のローラを設け、この2本のローラの合せ面間に除染に使用された研摩材を供給し、前記ローラの押し付け力で前記研摩材を圧縮し研摩することによ

って前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収することを特徴とする。

【0019】請求項7に係る発明は、対面した固定円盤と中央部に開口部を有する回転円盤の間に除染に使用された研摩材を供給し、前記円盤同士の押し付け力と回転力によって前記研摩材を圧縮し研摩することによって前記研摩材に付着する研削粉を分離することを特徴とする。

【0020】請求項8に係る発明は、乳鉢内に除染に使用された研摩材を供給し、乳鉢を機械的に回転させて前記研摩材を圧縮し研摩することによって前記研摩材に付着する研削粉を分離することを特徴とする。

【0021】請求項9に係る発明は、密閉容器に除染に使用された研摩材を供給し、密閉容器を加圧装置等に取付け、振動させて前記研摩材同士、または研摩材と密閉容器内壁との摩擦および衝突によって前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収することを特徴とする。

【0022】請求項10に係る発明は、除染に使用された研摩材をサイクロンセパレーターに送り込んで前記研摩材に付着する研削粉を分離して研摩材を回収し、その回収された研摩材を除染に再使用し、前記研削粉を前記サイクロンセパレーターの研削粉排出側に接続したフィルタで回収することを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】図1(a)、(b)を参照しながら本発明に係る放射能汚染物の除去装置の第1の実施の形態を説明する。図1(a)は、本発明に係る第1の実施の形態を説明するための放射能汚染物の除去装置の基本構成を一部配管系で示す縦断面図、図1(b)は図1(a)におけるA部を拡大して示す縦断面図、A部は混合ノズル2と研摩材供給管10を部分的に示している。

【0024】図1において、符号1は液相の水の噴流を噴出する水ノズルであり、水ノズル1は一端が封止された円筒部1aと、この円筒部1aの他端開口側に漸次縮径して形成された円錐状テーパー部1bと、このテーパー部1bの先端に噴出口1cを有するものからなっている。

【0025】水ノズル1の円筒部1aの封止端には水供給管8が水供給弁9を介して接続し、水供給管8を通して水ノズル1内に水が供給され流入する。水ノズル1内に流入した水は噴出口1cから水噴流14が円柱状に噴出するようになっている。

【0026】水ノズル1の円筒部1aのほぼ中央部外周側からテーパー部1bを覆い、かつテーパー部1bの延長線上に延在する前記水噴流14までを覆うようにして、蒸気ノズル3が設けられている。この蒸気ノズル3は水ノズル1に対して同心円状に外嵌されている。蒸気ノズル3は円筒状部3aと、この円筒状部3aの下方向に位置する曲線状部3bと、この曲線状部3bの先端に噴出口3cを有する。曲線状部3bは内側に窪んだ先細り円錐形状を形成している。

【0027】蒸気ノズル3の噴出口3cは曲線状部3bの水ノズル1の噴射孔1aのほぼ外側に位置する。水ノズル1と蒸気ノズル3とでなす軸線方向に直角な断面は環状断面であり、この環状断面は蒸気ノズル3の噴出口3cに至る前に最小断面部3dを有する。

【0028】最小断面部3dの面積は、後述する超音速水噴流15と前記水噴流14とを熱バランスさせるように設定される値に比べて大きく設定される。水ノズル1は蒸気ノズル3に対し軸線方向に移動可能に配設されており、最小断面部3dの面積は水ノズル1を軸線方向に移動することによって可能である。

【0029】蒸気ノズル3の円筒状部3aには、蒸気供給管6が蒸気供給弁7を介して接続されており、この蒸気供給管6から気相の水蒸気流4が蒸気ノズル3内に供給される。水蒸気流4は、最小断面部3dを通過すると超音速化されて高速化された蒸気噴流、つまり超音速水噴流15となる。

【0030】蒸気ノズル3の噴射孔3cには滑らかに混合ノズル2が接続されている。混合ノズル2は先細りのテーパ状に形成されており、混合ノズル2の先端部には軸線方向と直角に噴射孔2aが形成されている。

【0031】混合ノズル2のほぼ中央部には、研摩材供給管10がほぼ垂直方向に接続され、研摩材供給管10には研摩材供給弁12を介して研摩材供給管11が接続している。研摩材供給管11内には粒状研摩材13が充填されており、この研摩材13は研摩材供給管10内を通過して混合ノズル2内に落下して供給される。

【0032】超音速水噴流15は水噴流14に対し熱バランスを超えて過剰に供給されるので、混合ノズル2内では、円柱状の水噴流14の外周面から超音速水噴流15が噴出し、水噴流14と水蒸気からなる超音速水噴流15が形成される。

【0033】また、混合ノズル2には研摩材供給管10から研摩材13が供給されるため、超音速水噴流15と研摩材13からなる高速固液噴流16が混合ノズル2の噴射孔2aから噴出される。ここで、水噴流14は例えば約10m/secの流速を有し、超音速水噴流15は約500m/secの流速を有する。

【0034】噴射孔2aから噴出される高速固液噴流16は自由噴流として噴射孔2aから一定距離に設置されている被処理物5に直接的に噴射される。混合ノズル2の噴射孔2aから噴射された高速固液噴流16は被処理物5に衝突する。これにより、高速固液噴流16中の研摩材13により被処理物5の表面が研削され、被処理物5に取り込まれている放射能を確実に除去できる。

【0035】つぎに第1の実施の形態における作用効果を説明する。第1の実施の形態で説明した高速固液噴流16で被処理物5、例えば金属表面を研削して放射能を除去する場合、二次廃棄物として発生する使用済みの研摩材を低減するためには破砕され難い粒子を選定する必要

がある。また、粒子形状は破砕状では角の部分に応力が集中して破砕されるため、球状の方が望ましい。耐摩耗性に優れ、破砕され難い粒子としては表1に示す球状の

セラミックス粒子が知られている。

【0036】

【表1】

成分	密度 (kg dm ⁻³)	H V 硬度 (GPa)	破壊靱性 (MPa√m)
95wt% ZrO ₂ 5wt% Y ₂ O ₃	6	12	6
87wt% ZrO ₂ 30wt% SiO ₂ 3wt% 他	3.8	7	5
≤93wt% Al ₂ O ₃ ≥7wt% 他	3.6	10	3.7
≤90wt% Si ₃ N ₄ ≥10wt% 他	3.2	13	5

【0037】粒子の比重が重いと研削能力が大きく、また粒子の硬度および破壊靱性が高いと破砕され難い。そこで、研摩材として95wt%酸化ジルコニウム(ZrO₂)、5wt%酸化イットリウム(Y₂O₃)からなる部分安定化ジルコニア質焼結体粒子を選定する。

【0038】図2は第1の実施の形態の効果を確認するため、被処理物5としての炭素鋼の研削試験を行った結果である。研摩材13として平均粒径95μmの球状の部分安定化ジルコニア質焼結体粒子を用い、図1に示した除染装置により超音速水噴流と研摩材からなる高速固液噴流16を、炭素鋼に30時間噴射させた。その後、表面粗さ計で炭素鋼の表面の粗さを測定した。

【0039】図2(a)は試験前の炭素鋼表面の粗さを示し、図2(b)は試験後の炭素鋼表面の粗さを示している。試験前の炭素鋼には一様な機械加工の痕が確認できる。一方、図2(b)に示すように高速固液噴流16を照射した炭素鋼の表面は、研摩材により炭素鋼表面が研削されるため、表面が不均一な凹凸状となることが確認できる。

【0040】なお、従来の研摩材を入れない噴流加工装置(特開平10-85634号公報)では、超音速水噴流15が衝突する際に、蒸気泡が消滅して発生するキャビテーションで炭素鋼表面を処理するため、炭素鋼の表面粗さは試験前とほとんど変化が認められなかった。

【0041】このように、本実施の形態によれば、超音速水噴流と研摩材からなる高速固液噴流により被処理物の金属表面を研削できるため、放射能で汚染された機器および構造物(配管、タンク、蒸気タービン等)の主要な汚染源である酸化皮膜を除去することができる。

【0042】したがって、原子炉内の機器および構造物の定期検査の際に、作業員の放射線被曝を低減するために、本実施の形態に係る放射能の除染装置により、予め放射能で汚染された機器を除染するか、または使用済みの機器および構造物(放射性金属廃棄物)を除染して金

属廃棄物を低減するなどに適用可能である。

【0043】つぎに図3により本発明に係る放射能汚染物の除染装置の第3の実施の形態を説明する。図3は本実施の形態において、原子力施設の建屋床18に埋め込まれている埋設配管17を被処理物として、放射能を除染する場合の除染装置の基本構成図である。この埋設配管17の両端は供給側接続器24と排出側接続器25に接続している。圧縮空気供給器19の供給ホース20は空気供給弁21を介して研摩材供給器22に接続されている。埋設配管17と研摩材供給器22とは接続弁23を介して供給側接続器24により接続されている。研摩材供給器22内には研摩材31が充填されている。

【0044】一方、埋設配管の出口側は排出側接続器25と研摩材排出管26を介してサイクロンセパレータ27に接続され、サイクロンセパレータ27は研削粉排出管28を介してフィルタ29に接続されている。

【0045】この状態で、圧縮空気供給器19から供給ホース20を通し空気を供給して研摩材供給器22から研摩材31を埋設配管17に供給する。研摩材31は旋回流で埋設配管17内を流れ、埋設配管17の内面に形成されている酸化皮膜および埋設配管17の金属母材が研削される。

【0046】研摩材および研削粉は埋設配管17の出口側に接続されたサイクロンセパレータ27に送られる。サイクロンセパレータ27で分離された研摩材はサイクロンセパレータ27の下部に接続した研摩材回収タンク30に回収され、研削粉は研削粉排出管28を通してフィルタ29に流入し、フィルタ29で捕集される。研摩材回収タンク30に回収された研摩材は、再び研摩材供給器22に戻されて、繰り返し除染に再使用される。

【0047】つぎに本実施の形態の作用効果を説明する。研摩材31を埋設配管17内に供給して埋設配管17の内面に形成した酸化皮膜および金属母材を研削する場合、研摩材31の粒子の形状は、球状では埋設配管17内を滑るようには流れるため、破砕状、円柱状または四角形状の方

が望ましい。この中でも、破砕状は角の部分で研削するため研削能力は大きい。

【0048】ただし、角の部分に応力が集中するため、破砕され難い部分安定化ジルコニア質焼結体粒子 ($ZrO_2 : 95wt\%$, $Y_2O_3 : 5wt\%$) であっても、球状の粒子と比較すると破砕しやすい。球状の粒子よりも研削能力が高く、しかも破砕時の粒子よりも破砕され難い粒子形状は、角の部分の数が少ない円柱状または四角形状である。

【0049】この形状においても、円柱状粒子の直径 (ϕ) と高さ ($h1$) は $\phi = h1$ の方が、四角形粒子の縦の長さ ($L1$)、横の長さ ($L2$) と高さ ($h2$) は $L1 = L2 = h2$ の方が埋設配管17の金属表面を均一に研削することができる。これは、例えば $\phi < h1$ の場合は円柱状粒子の $h1$ 面と埋設配管17の内面が接触し易くなるため、円柱状粒子が滑るように埋設配管17の内面を流れるためである。

【0050】破砕され難い部分安定化ジルコニア質焼結体粒子により真四角に近い円柱状粒子は、特開平6-306352号公報に開示されているタプレッティングやロールプレスによる圧縮成形および押出成形で製造可能である。また四角形状は圧縮成形、ロール成形、テープ成形、押出成形、鋳込成形で製造可能である。

【0051】そこで、直径が0.4～0.6mm、高さが0.4～0.6mmの円柱状粒子を研摩材として、圧縮空気の供給圧力0.6MPaで炭素鋼埋設配管内面を流動させ、初期に投入した研摩材を100回繰り返し使用して研削試験を実施した。図4(a)、(b)にその結果を示す。

【0052】図4は研削試験実施後の研摩材と研削粉をサイクロンセパレータで分離し、研削粉の粒径分布を測定した結果である。図4(a)は研削粉の粒径分布を、図4(b)は研削粉を硝酸と塩酸の混合水溶液で溶解した後の粒径分布を示す。

【0053】酸処理前の研削粉は、研摩材が破砕した粉塵と炭素鋼の研削粉が混合したものであり、その粒径は70 μm 以下がほとんどであった。ただし、硝酸と塩酸の混合水溶液で炭素鋼の研削粉を溶解すると、研摩材の破砕粉のみとなるため、その粒径はほぼ50 μm から180 μm の範囲に分布していた。

【0054】このように後述で説明する球状の部分安定化ジルコニア質焼結体粒子は、図11に示すように200回程度の繰り返し使用でほとんど破砕されないが、円柱状の粒子は破砕されるため破砕粉がフィルタに捕集される。

【0055】ただし、繰り返し使用回数100回でも、破砕率が初期投入量の20%程度であった。なお、図11は研削粉の有無による相対速度と繰り返し使用回数との関係を示している。

【0056】本実施の形態によれば、破砕状、円柱状および四角形の研摩材を圧縮空気の供給圧力で埋設配管17

に供給して、埋設配管17の内面金属母材を研削できるため、原子力施設の放射能で汚染された埋設配管17の除染をすることができる。また、酸化ジルコニウムを主成分として酸化イットリウムが5wt%添加された部分安定化ジルコニア質焼結体粒子を研摩材として用いることにより、粒子が破砕され難いため、二次廃棄物として発生する使用済みの研摩材を低減できる。

【0057】つぎに図5により本発明に係る放射能汚染物の除染装置の第3の実施の形態を説明する。図5は本実施の形態において、建屋コンクリート床面40を部分的に研削して放射能で汚染されたコンクリート床面40を除染するための除染装置を概略的に示す基本構成図である。

【0058】本実施の形態に係る放射能汚染物の除染装置は、図5に示したように除染装置本体32、研摩材供給回収装置33および圧縮空気供給器34を主体に構成されている。除染装置本体32と研摩材供給回収装置33は研摩材供給ホース35と研摩材回収ホース36とで接続されている。研摩材供給回収装置33と圧縮空気供給器34は圧縮空気供給ホース37で接続されている。

【0059】除染装置本体32、研摩材供給回収装置33および圧縮空気供給器34にはそれぞれ車輪38が付けられて可搬式となっている。除染装置本体32の下部には研摩材供給ホース35と接続されたブラストガン39がコンクリート床面40に向けて取付けられている。ブラストガン39の外側には研摩材回収のために研摩材回収ホース36と接続された研摩材回収管41が取り付けられている。

【0060】研摩材回収管41の先端部には飛散防止用ブラシ42がコンクリート床面40と接触するように取付けられている。ブラストガン39と研摩材回収管41は移動機構43により保持され、この移動機構43によりブラストガン39および研摩材回収管41は上下左右に移動することができるよう構成されている。

【0061】除染装置本体32の正面から下面にはレール44が取付けられ、このレール44には放射線検出器45が設置されている。放射線検出器45からの信号は信号処理装置、波高分析装置およびデータ処理装置からなる計測ユニット46に送られ、コンクリート床面40の放射能レベルを作業員に知らせる。

【0062】除染装置本体32には作業員が手で押せるように手押しハンドル47が取付けられている。研摩材供給回収装置33は研摩材供給器48、サイクロンセパレータ49、ブロワおよびフィルタからなる集塵装置50で構成される。

【0063】つぎに本実施の形態の作用効果を説明する。ブラストガン39と研摩材回収管41は予め移動機構43により除染装置本体32の上方に位置し、放射線検出器45はレール44を下りて除染装置本体32の下部に位置する。この状態で作業員は手押しハンドル47を持って除染装置本体32に移動させ、コンクリート床面40の放射能レベル

を測定する。

【0064】なお、研摩材供給ホース35と研摩材回収ホース36は最長20m延長することができるため、広範囲に除染装置本体32を移動させることができる。コンクリート床面40の汚染が検出された場合は、放射線検出器45をレール44に沿って除染装置本体32の正面に移動させ、ブラストガン39と研摩材回収管41を移動機構43により下方に下ろす。

【0065】本実施の形態によれば、圧縮空気供給器34からの供給圧力により研摩材供給器48内の研摩材をブラストガン39に送り、コンクリート床面40のコンクリートを研削することができる。また、コンクリートの研削粉と研摩材は集塵装置50のプロブにより回収管41から吸引され、研摩材と研削粉はサイクロンセパレータ49により分離され、研摩材は研摩材供給器48に戻されて再使用され、研削粉は集塵装置50のフィルタに回収される。

【0066】つぎに図6により本発明に係る放射能汚染物の除染装置において使用する研摩材の試験装置を説明する。図6は第1から第3の実施の形態で使用する研摩材の耐久性を確認するための試験装置を概念的に縦断面で示している。この試験装置は圧縮空気供給器51からの供給圧力により研削室52内のプロブ53に研摩材13または31を供給して試験体54を研削し、研削室52内の研摩材および研削粉はサイクロンセパレータ55に導かれ分離して、研摩材13または31は研摩材供給器56に戻して再使用し、研削粉はサイクロンセパレータ55の下流側に接続した集塵機57内のフィルタに回収する。

【0067】上記試験装置を用いて、研摩材13または31に平均粒径250 μm の球状の部分安定化ジルコニア粒子を用いて、0.6 MPaの供給圧力で試験体54の炭素鋼の研削試験を行った。その結果、炭素鋼の研削速度は研摩材13または31の使用回数50回において、初期の研削速度の約70%程度しか得られなかった。

【0068】この原因を調査するため、光学顕微鏡で研摩材粒子を観察したところ、粒子表面に炭素鋼研削粉が皮状に付着していることが観察され、この研削粉が研摩材粒子に付着することにより、研削速度が低下することが分かった。

【0069】研削粉を除去する方法としては、特開平9-225835号公報に開示されているように研摩材を焼成する方法がある。この方法は、付着物の除去には効果があるが、焼成するための装置が必要なことと、再使用するためには研摩材を冷却しなければならない等の課題があった。

【0070】また、第2の実施の形態で説明したように研削粉を硝酸または塩酸等の無機酸の水溶液で溶解する方法もあるが、使用済みの無機酸の水溶液を廃棄する場合は中和処理が必要となるため、そのために二次廃棄物が増加するなどの課題があった。そこで、比較的簡単な装置で確実に研摩材粒子に付着する研削粉を分離可能な

装置を以下に説明する。

【0071】つぎに図7により除染に使用された研摩材粒子に付着する研削粉を分離して研摩材を回収するための、本発明に係る研摩材の回収方法の第1の実施の形態を説明する。

【0072】図7において、固定ベース66に軸受57を介して一対のローラ59が取付けられ、これらのローラ59はスプリング58の力によって押し付け合いながら互いに逆回転する。2本のローラ59の合せ面に除染に使用された除染後の研摩材60を供給し、ローラ59の押し付け力で除染後の研摩材60を圧縮しながら研摩する。

【0073】これによって除染後の研摩材60の表面に付着した研削粉が破壊され、除染後の研摩材60から研削粉が分離する。2本のローラ59を通過した処理後の研摩材60と研削粉との混合粉61はトレー62に受けて回収される。トレー62に受けて回収した研摩材と研削粉との混合粉61は、例えば図6に示した研削室52に戻してサイクロンセパレータ55により分離し、研摩材は回収されて再使用し、研削粉は集塵機57内のフィルタに回収する。

【0074】つぎに図8により本発明に係る研摩材の回収方法の第2の実施の形態を説明する。対面した固定円盤63と中央部に開口筒部69を有する回転円盤64の間に、開口筒部69から除染に使用された研摩材60を供給し、円盤63、64同士で押し付け力と回転力で研摩材60を圧縮しながら研摩する。

【0075】これによって、研摩材60の表面に付着する研削粉が破壊され、研摩材60から研削粉との混合粉61が分離する。固定円盤63には研摩材と研削粉との混合粉61が排出され、易いように多数の凹凸形状65が形成されており、この部分から研摩材60と研削粉との混合粉61が排出される。

【0076】円盤63、64から排出された処理後の研摩材60と研削粉との混合粉61はトレー67に受けて回収する。トレー67に受けて回収した研摩材と研削粉との混合粉61は、例えば図6に示した研削室52に戻してサイクロンセパレータ55により分離し、研摩材は回収されて再使用し、研削粉は集塵機57内のフィルタに回収する。

【0077】つぎに図9により本発明に係る研摩材の回収方法の第3の実施の形態を説明する。乳鉢68内に除染に使用された研摩材60を供給し、支持棒70に接続された乳鉢71を機械的に回転させて前記研摩材60を圧縮しながら研摩する。これによって研摩材60の表面に付着する研削粉が破壊され、研摩材60から研削粉が分離する。処理後の研摩材と研削粉との混合粉61は、例えば図6に示した研削室52に戻してサイクロンセパレータ55により分離し、研摩材は再使用し、研削粉は集塵機57内のフィルタに回収する。

【0078】つぎに図10により本発明に係る研摩材の回収方法の第4の実施の形態を説明する。図10中符号72は密閉容器で、この密閉容器72内に除染に使用された研摩

材60を供給し、密閉容器72を取付部材73を介して加振装置74に固定する。この加振装置74を振動させて前記研摩材60同士、または研摩材60と密閉容器72内壁との摩擦および衝突によって研摩材60の表面に付着した研削粉を分離する。

【0079】処理後の研摩材と研削粉との混合粉は、例えば図6に示した研削室52に戻してサイクロンセパレータ55により分離し、研摩材は再使用し、研削粉は集塵機57内のフィルタに回収する。

【0080】つきに図11により上記研摩材の分離方法の第1から第4の実施の形態において効果を確認するため、研摩材に付着する研削粉を分離し、図6に示す装置を用いて研摩材を繰り返し使用して炭素鋼の研削試験を実施した結果を説明する。

【0081】図11中に比較のために研摩材に付着する研削粉を分離しないで研削試験を行った結果を併記した。試験条件は供給圧力が0.6 MPa、研摩材は平均粒径が250 μm の球状の部分安定化ジルコニア粒子を用いた。

【0082】研摩材に皮状に付着する研削粉を分離すると、繰り返し使用回数300までは炭素鋼はほぼ一定の研削速度で研削された。一方、研削粉を分離しない場合は、繰り返し使用回数50回目まで研削速度は初期の研削速度の70%程度まで減少した。

【0083】このように、研摩材に付着する研削粉を分離することにより放射能で汚染された機器および構造材を安定した除染性能で除染することが可能である。また、研削粉には放射性物質が含まれたため、機器および構造材の再汚染を抑制可能である。

【0084】つきに図12(a)、(b)、図13(a)、(b)により研摩材の分離方法の実施の形態の作用効果を説明する。図12(a)は図11に示した試験で用いた研摩材の試験前の粒径分布と、繰り返し使用回数300回目における研摩材の粒径分布(図中には試験後として示した)を示している。図12(b)はサイクロンセパレータで分離し、フィルタに捕集される研削粉の粒径分布を示している。

【0085】図12(a)から明らかなように試験前の研摩材の粒子は、250 μm をピークに120 ~ 370 μm の範囲に分布し、この粒径範囲は繰り返し使用回数300回においても試験前の粒径分布とほとんど変化が認められなかった。また、図12(b)から明らかなように研削粉の粒径は100 μm 以下に分布している。

【0086】このことから、放射能で汚染された機器および構造材のプラスト除染の研摩材として部分安定化ジルコニア粒子を用いた場合、研摩材と放射能を含む研削粉はサイクロンセパレータで容易に分離することができるため、機器および構造材の再汚染を抑制することが可能である。

【0087】一方、図13に示した試験結果は表1に示したセラミック材の中で、比較的高強度と言われている

酸化ジルコニウム粒子(67wt% ZrO_2 、30wt% SiO_2)の試験結果である。この粒子は、AEA Technology(英国)がプラスト汚染の研摩材に適用した経験がある(M. A. Guan, et al.: Wat Abrasive Particle Impact as Nuclear Decontamination Technique, SPECTRUM '90, pp. 269~271, 1990)。

【0088】試験前の粒子は、部分安定化ジルコニア粒子と同様には250 μm をピークに120 ~ 400 μm の範囲に分布している。ただし、この研摩材は繰り返し使用すると徐々に破砕されるため、繰り返し使用回数30回においては20 ~ 400 μm と広範囲に亘った粒径分布を示した。また研削粉の粒径分布は50 μm 以下であり、フィルタ側には研削粉と研摩材の破砕粒子が移行した。

【0089】以上のように、酸化ジルコニウム粒子(67wt% ZrO_2 、30wt% SiO_2)は乾式プラストの研摩材に用いると破砕されたため、放射能で汚染された機器および構造材の除染に使用すると使用済みの研摩材(二次廃棄物)が大量に発生する問題がある。

【0090】また、研削した炭素鋼表面を電子プローブマイクロアナライザで研摩材の主成分であるジルコニウム(Zr)を分析したところ、全面からZrが検出された。これは酸化ジルコニウム粒子(67wt% ZrO_2 、30wt% SiO_2)が破砕されて、破砕粉が炭素鋼表面に打ち込まれたことが原因と考えられる。

【0091】したがって、放射能で汚染された機器および構造材の除染にこの粒子を用いると、破砕粉とともに放射性物質が金属表面に打ち込まれ、放射能を完全に除去できない可能性が大きい。

【0092】一方、球状の部分安定化ジルコニア粒子はほとんど破砕されないため、研削した炭素鋼表面を電子プローブマイクロアナライザでZrを分析しても検出されなかった。また、破砕状、四角形状および円柱状の粒子は第2の実施の形態の説明したように、球状の粒子と比較して破砕され易いため、破砕粉の金属表面への内込みが懸念される。

【0093】これを確認するため破砕粒の粒子を用いて炭素鋼の研削試験を行い、電子プローブマイクロアナライザにより金属表面のZr分析を行った。この結果、金属表面からZrはほとんど検出されなかった。

【0094】これは、破壊靱性に大きく影響している。破壊靱性は粘り強さを表し、破壊靱性値が大きいほど粘り強い。部分安定化ジルコニア粒子は他のセラミックスと比較して破壊靱性が大きいいため、金属表面にはほとんど破砕粉が打ち込まれなかったものと考えられる。

【0095】したがって、部分安定化ジルコニア粒子をプラスト材の研摩材として用いた場合は、粒子形状に影響されずに、放射能で汚染された機器および構造材から放射能を確実に除染できる。

【0096】

【発明の効果】本発明によれば以下に述べる効果がある

る。

〔1〕請求項1の発明によれば、蒸気噴流、水噴流および研摩材からなる高速固液噴流では金属母材を研削できるため、放射能で汚染された機器および構造材から放射性物質を確実に除去できる。また、請求項5の発明によれば、研摩材として部分安定化ジルコニア粒子を用いることにより、研摩材が破砕され難いため使用済みの研摩材の発生量を大幅に低減できる。

〔0097〕〔2〕請求項2の発明によれば、原子力施設の建屋に埋設された埋設配管の内面は、空気圧力で圧送した粒子形状が破砕状、四角形状及び円柱状の部分安定化ジルコニア粒子により研削できるため、放射能で汚染された配管内面から放射性物質を確実に除去できる。また、部分安定化ジルコニア粒子は破砕され難いため使用済みの研摩材の発生量を大幅に低減できる。

〔0098〕〔3〕請求項4の発明によれば、原子力施設の建屋床面コンクリートは、空気圧力で圧送した部分安定化ジルコニア粒子により研削できるため、放射能で汚染された配管内面から放射性物質を確実に除去できる。また、部分安定化ジルコニア粒子は破砕され難いため使用済みの研摩材の発生量を大幅に低減できる。

〔0099〕〔4〕請求項5の発明によれば、研摩材として部分安定化ジルコニア粒子を用いた場合は、粒子形状が破砕状、四角形状、円柱状および球状でも破砕粉が金属表面へ打ち込まれることがない。したがって、請求項3の発明によれば、上記粒子を用いて原子力施設の運転時および原子炉廃止措置時に発生する使用済みの機器および構造材（放射性金属廃棄物）をプラスト除去することで、放射性金属廃棄物から確実に放射能を除去できる。

〔0100〕〔5〕請求項6ないし10の発明によれば、研摩材に固着する研削粉は、機械的な圧縮または破壊方法により分離または除去できる。したがって、除染装置のシステム構成を簡略化できるとともに、除染対象物を連続的に安定した除染性能で、しかも再汚染することなく確実に除染可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は本発明に係る放射能汚染物の除染装置の第1の実施の形態を示す概略断面図、（b）は（a）のA部拡大図。

【図2】（a）は本発明の第1の実施の形態の作用効果を説明するための炭素鋼試験体の試験前の表面粗さを示す波形図、（b）は同じく試験後の表面粗さを示す波形図。

【図3】本発明に係る放射能汚染物の除染装置の第2の実施の形態を説明するための基本構成図。

【図4】（a）は図3における除染装置において、サイクロンバレータで分離した研削粉の粒径分布図、（b）は同じく研削粉を酸溶解した後の粒径分布図。

【図5】本発明に係る放射能汚染物の除染装置の第3の実施の形態の一部断面で示す基本構成図。

【図6】本発明に係る放射能汚染物の除染装置における研摩材の試験装置を説明するための概略断面図。

【図7】本発明に係る研摩材の回収方法の第1の実施の形態を説明するための一部概略的に示す斜視図。

【図8】本発明に係る研摩材の回収方法の第2の実施の形態を説明するための一部切欠て断面で示す斜視図。

【図9】本発明に係る研摩材の回収方法の第3の実施の形態を説明するための一部概略的に示す斜視図。

【図10】本発明に係る研摩材の回収方法の第4の実施の形態を説明するための一部断面で示す側面図。

【図11】本発明に係る研摩材の回収方法の実施の形態において、研摩材を繰り返し使用した場合の炭素鋼の研削速度を示す特性図。

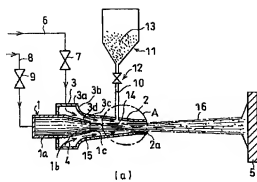
【図12】（a）は本発明に係る研摩材の回収方法の実施の形態において、部分安定化ジルコニア研摩材の粒径分布図、（b）は同じく研削粉の粒径分布図。

【図13】（a）は本発明に係る研摩材の回収方法の実施の形態において、酸化ジルコニウム研摩材の粒径分布図、（b）は同じく研削粉の粒径分布図。

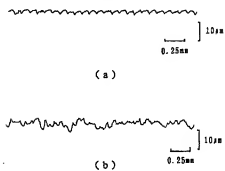
【符号の説明】

1…水ノズル、1 a…円筒部、1 b…テーパ部、1 c…噴射孔、2…混合ノズル、2 a…噴射口、3…蒸気ノズル、3 a…円筒状部、3 b…曲線状部、3 c…噴射孔、3 d…最小断面部、4…水蒸気流、5…被処理物、6…蒸気供給管、7…蒸気供給弁、8…水供給管、9…水供給弁、10…研摩材供給管、11…研摩材供給器、12…研摩材供給弁、13…研摩材、14…水噴流、15…超音速水噴流、16…高速固液噴流、17…埋設配管、18…建屋床、19…圧縮空気供給器、20…供給ホース、21…空気供給弁、22…研摩材供給器、23…接続弁、24…供給側接続器、25…排出側接続器、26…研摩材排出管、27…サイクロンバレータ、28…研削粉排出管、29…フィルタ、30…研摩材回収タンク、31…研摩材、32…除染装置本体、33…研摩材供給回収取装置、34…圧縮空気供給器、35…研摩材供給ホース、36…研摩材回収ホース、37…圧縮空気供給ホース、38…車輪、39…プラストガン、40…コンクリート床面、41…研摩材回収管、42…飛散防止用ブラシ、43…移動機構、44…レール、45…放射線検出器、46…計測ユニット、47…手押ハンドル、48…研摩材供給器、49…サイクロンバレータ、50…集塵装置、51…圧縮空気供給器、52…研削室、53…プラストガン、54…試験体、55…サイクロンバレータ、56…研摩材供給器、57…集塵機、58…スプリング、59…ローラ、60…除染後の研摩材、61…混合粉、62…ドレー、63…固定円盤、64…回転円盤、65…凹凸状溝、66…固定ベース、67…軸受、68…乳鉢、69…開口筒部、70…支持棒、71…乳棒、72…密閉容器、73…取付部材、74…加振装置。

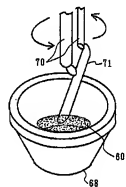
【図1】



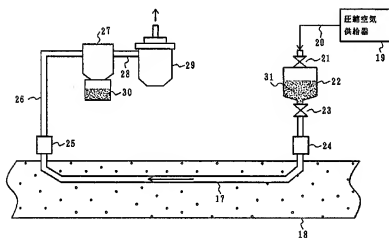
【図2】



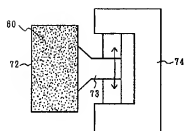
【図9】



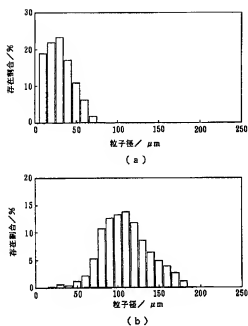
【図3】



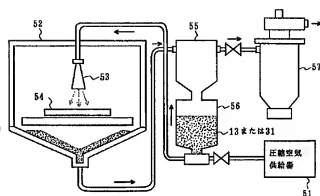
【図10】



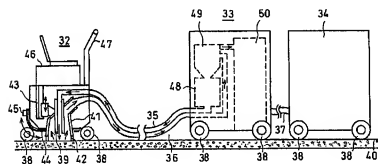
【図4】



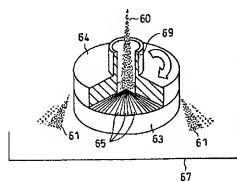
【図6】



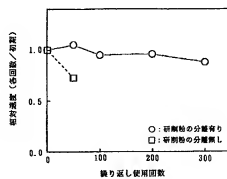
【図5】



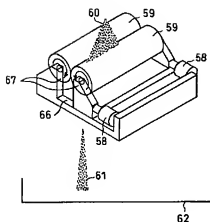
【図8】



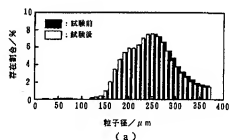
【図11】



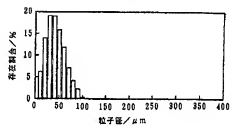
【図7】



【図12】

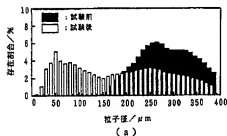


(a)

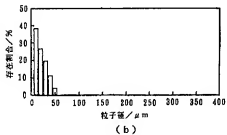


(b)

【図13】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 遠田 正見
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 櫻井 次郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会
社東芝本社事務所内

(13) 特2000-75095 (P2000-7;1A)

(72)発明者 奈良林 直
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 松本 智浩
東京都港区西新橋三丁目7番1号 東芝ブ
ラント建設株式会社内